

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-299786

(43)Date of publication of application : 19.11.1996

(51)Int.Cl.

B01J 19/12

B01D 53/86

B01J 35/02

(21)Application number : 07-113119

(71)Applicant : HAMAMATSU PHOTONICS KK

(22)Date of filing : 11.05.1995

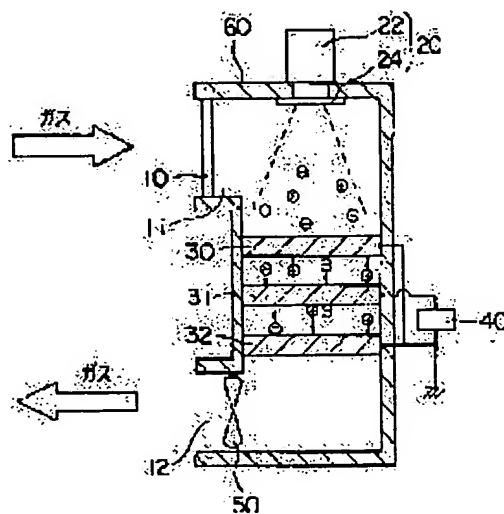
(72)Inventor : TOMITA YASUHIRO
SHIRAYANAGI YUJI

(54) PHOTOCATALYTIC REACTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a photocatalytic reactor capable of efficiently decomposing and removing the contaminant, malodorous matter, suspended fungi, etc., in a gas.

CONSTITUTION: This reactor consists of a reaction vessel 60 having a gas inlet 11 and a means 20 to irradiate a gas introduced into the vessel from the inlet with X-rays and is further provided with a means 40 to generate an electric field in the vessel 60 and filters 30 to 32 arranged in the electric field and irradiated with the X-rays from the means 20. The gas introduced into the vessel 60 is irradiated directly with X-rays, and consequently the gaseous contaminant and suspended fungi in the gas are efficiently ionized or charged. The ionized contaminant and charged fungi are attracted toward the photocatalyst by the electrical attractive force of the electric field in the vessel 60, efficiently adsorbed on the photocatalyst, decomposed and sterilized by the photocatalysis and removed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

07.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

BEST AVAILABLE COPY

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Photocatalysis equipment equipped with the thing which is the photocatalyst arranged from the reaction container which has a gas inlet, and said gas inlet the X-ray Teru gunner stage which irradiates an X-ray at the gas introduced in said reaction container, an electric-field generating means to produce electric field in said reaction container, and in said electric field and by which the X-ray from said X-ray Teru gunner stage is irradiated.

[Claim 2] Said electric-field generating means is photocatalysis equipment according to claim 1 characterized by being the 1st and 2nd attachment components holding said photocatalyst, and being a thing equipped with that by which the X-ray from said X-ray Teru gunner stage is irradiated, respectively, and an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between said 1st and 2nd attachment components.

[Claim 3] It is photocatalysis equipment according to claim 2 which said 1st and 2nd attachment components consist of a conductive ingredient, and is characterized by said electrical-potential-difference impression means being the voltage source connected to said 1st and 2nd attachment components.

[Claim 4] Said electrical-potential-difference impression means is photocatalysis equipment according to claim 2 characterized by consisting of what is the 1st and 2nd electrodes attached in said 1st and 2nd attachment components, respectively, and counters mutually on both sides of said 1st and 2nd attachment components, and a voltage source connected to these 1st and 2nd electrodes at the list.

[Claim 5] Said electric-field generating means is photocatalysis equipment according to claim 2 characterized by being an attachment component holding said photocatalyst and being a thing equipped with an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between that by which the X-ray from said X-ray Teru gunner stage is irradiated, the 1st electrode installed in said reaction container, and said attachment component and said 1st electrode.

[Claim 6] It is photocatalysis equipment according to claim 5 which said attachment component consists of a conductive ingredient, and is characterized by said electrical-potential-difference impression means being the voltage source connected to said attachment component and said 1st electrode.

[Claim 7] Said electrical-potential-difference impression means is photocatalysis equipment according to claim 5 which is the 2nd electrode attached in said attachment component, and is characterized by consisting of voltage sources connected to said 1st and 2nd electrodes on both sides of said attachment component at said 1st electrode, the thing which counters, and the list.

[Claim 8] Said conductive ingredient is photocatalysis equipment according to claim 3 or 6 characterized by being activated carbon.

[Claim 9] It is photocatalysis equipment according to claim 2 which said electric-field generating means is equipped with an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between the 1st electrode installed in said reaction container, the 2nd electrode attached on the outside surface of said reaction container, and said 1st and 2nd electrodes, and is characterized by holding said photocatalyst on the inner surface of said reaction container.

[Claim 10] Said reaction container is photocatalysis equipment according to claim 1 characterized by having further a gas stream generation means to produce the flow of the gas which has gas exhaust further, introduces the gas besides said reaction container from said gas inlet, and goes to said gas exhaust from said gas inlet.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the technique which disassembles a pollutant, a floating bacillus, etc. in a gas and is sterilized by the photocatalysis.

[0002]

[Description of the Prior Art] What is indicated by JP,1-266864,A is known as conventional photocatalysis equipment. This is equipment which decomposition clearance of a gaseous pollutant or the malodorous substance is carried out according to an operation of a photocatalyst, and a microorganism and bacteria are further annihilated according to an operation of ultraviolet-rays energy and a photocatalyst, and is removed while it carries out uptake of the particle by which carried out electrification of the particulate matter in a gas stream, and electrification was carried out on photoelectric-emission material and a photocatalyst with the photoelectron which irradiated ultraviolet rays or a radiation and was emitted and removes it in the charged-particle uptake section.

[0003] Moreover, an approach which is indicated by JP,4-005485,B is learned as a gas art which used the photocatalysis besides this. This is the approach of carrying out decomposition processing of the waste ozone by passing waste ozone content gas on the photocatalyst with which ultraviolet rays are irradiated into electric field. Waste ozone is decomposed and removed by operation of the electron emitted by the UV irradiation to a photocatalyst top, and the waste ozone which was not decomposed in an operation of an electron is decomposed and removed on a photocatalyst front face. A photocatalyst front face comes to have [as opposed to / for a photocatalyst / ozone] a reduction operation by Lycium chinense in electric field, and the resolvability of the ozone of a photocatalyst improves.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Each above-mentioned technique decomposes and sterilizes a pollutant and bacteria according to an operation of the photocatalyst activated by the optical exposure while decomposing and removing the pollutant and particle in gas according to an operation of the photoelectron emitted to photoelectric-emission material or a photocatalyst by irradiating light. However, since contact of a pollutant and a photocatalyst was what is depended on an operation of the gas stream containing a pollutant etc., the contact probability of a photocatalyst and a pollutant was low and these techniques were not enough as the surface coverage of a photocatalyst and a pollutant. Moreover, since the range distance of the electron emitted from photoelectric-emission material is short, the decomposition effectiveness of a pollutant or the electrification effectiveness of a particle by this electron are not enough. Therefore, in a Prior art, it is difficult to remove the pollutant in gas efficiently.

[0005]

This invention was made in view of the above, and aims at offering the photocatalysis equipment from which the pollutant in a gas, a malodorous substance, a floating bacillus, etc. are disassembled and removed efficiently.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned trouble, the photocatalysis equipment of this invention (a) The reaction container which has a gas inlet, and the X-ray Teru gunner

stage which irradiates an X-ray from the (b) gas inlet at the gas introduced in the reaction container, (c) It has an electric-field generating means to produce electric field in a reaction container, and the thing which is the photocatalyst arranged in (d) electric field and by which the X-ray from an X-ray Teru gunner stage is irradiated.

[0007] There are some which are characterized by having that by which the above-mentioned electric-field generating means are the 1st and 2nd attachment components holding ** photocatalyst as the 1st embodiment of this invention, and the X-ray from an X-ray Teru gunner stage is irradiated, respectively, and an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between the ** 1st and 2nd attachment components.

[0008] in this case -- from the ingredient of conductivity [attachment components / 1st and 2nd] -- becoming -- in addition -- and an electrical-potential-difference impression means may be the voltage source connected to the 1st and 2nd attachment components. This conductive ingredient is good in it being activated carbon.

[0009] Moreover, you may consist of what electrical-potential-difference impression means are the 1st and 2nd electrodes attached in the 1st and 2nd attachment components, respectively, and counter mutually on both sides of the 1st and 2nd attachment components, and a voltage source connected to these 1st and 2nd electrodes at the list.

[0010] There are some which are characterized by having an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between that by which the above-mentioned electric-field generating means is an attachment component holding ** photocatalyst as the 2nd embodiment of this invention, and the X-ray from an X-ray Teru gunner stage is irradiated, the 1st electrode installed in ** reaction container, and ** attachment component and the 1st electrode.

[0011] in this case -- from the ingredient of conductivity [attachment component] -- becoming -- in addition -- and an electrical-potential-difference impression means may be the voltage source connected to an attachment component and the 1st electrode. This conductive ingredient is good in it being activated carbon.

[0012] Moreover, an electrical-potential-difference impression means is the 2nd electrode attached in the attachment component, and may consist of voltage sources connected to the 1st and 2nd electrodes on both sides of the attachment component at the 1st electrode, the thing which counters, and the list.

[0013] As the 3rd embodiment of this invention, the above-mentioned electric-field generating means is equipped with an electrical-potential-difference impression means to impress an electrical potential difference between the 1st electrode installed in the reaction container, the 2nd electrode attached on the outside surface of a reaction container, and these 1st and 2nd electrodes, and there are some which are characterized by holding the photocatalyst on the inner surface of a reaction container.

[0014] Moreover, the above-mentioned reaction container has gas exhaust further, and could introduce the gas besides a reaction container from the gas inlet of a reaction container, and the photocatalysis equipment of this invention may be further equipped with a gas stream generation means to produce the flow of the gas which goes to gas exhaust from a gas inlet.

[0015]

[Function] With the photocatalysis equipment of this invention, since an X-ray is directly irradiated by the gas introduced in the reaction container, the gaseous pollutant and floating bacillus which are contained in gas are ionized or charged efficiently. Moreover, an X-ray penetrates the inside of air moderately, since there is little absorption with air, a photocatalyst irradiates efficiently and a photocatalyst is activated good.

[0016] On the other hand, within the reaction container of this invention, since electric field have occurred, the ionized gaseous pollutant and the electrified floating bacillus can be drawn near to a photocatalyst with the electric attraction of electric field. Thereby, a gaseous pollutant and a floating bacillus stick to a photocatalyst efficiently, and are disassembled or sterilized by photocatalyst operation.

[0017] In the 1st embodiment of this invention, electric field occur between the 1st and 2nd attachment components with the electrical potential difference which an electrical-potential-difference impression

means impresses. The ionized gaseous pollutant and the electrified floating bacillus can be drawn near to the 1st and 2nd attachment components with the electric attraction of this electric field, and it sticks to a photocatalyst efficiently, and they are disassembled or sterilized.

[0018] With the above equipment which the 1st and 2nd attachment components become from a conductive ingredient, a direct electrical potential difference is impressed to an attachment component from a voltage source, and electric field occur between the 1st and 2nd attachment components.

[0019] Moreover, when the electrical-potential-difference impression means has the voltage source in the 1st and 2nd electrodes and a list, electric field occur between these 1st and 2nd electrodes with the electrical potential difference impressed from a voltage source. Since the 1st and 2nd electrodes have countered on both sides of the 1st and 2nd attachment components, thereby, electric field generate them between the 1st and 2nd attachment components.

[0020] In the 2nd embodiment of this invention, electric field occur between an attachment component and the 1st electrode with the electrical potential difference which an electrical-potential-difference impression means impresses. The ionized gaseous pollutant and the electrified floating bacillus can be drawn near to an attachment component with the electric attraction of this electric field. Thereby, a gaseous pollutant and a floating bacillus stick to the photocatalyst which an attachment component holds efficiently, and are disassembled or sterilized.

[0021] With the above equipment which an attachment component becomes from a conductive ingredient, a direct electrical potential difference is impressed to an attachment component from a voltage source, and electric field occur between an attachment component and the 1st electrode.

[0022] When the electrical-potential-difference impression means has the 2nd electrode and voltage source, electric field occur between this 2nd electrode and the 1st above-mentioned electrode with the electrical potential difference impressed from a voltage source. Since the 2nd electrode has countered with the 1st electrode on both sides of an attachment component, electric field generate it between the 1st electrode and an attachment component.

[0023] In the 3rd embodiment of this invention, an electrical potential difference is impressed to the 1st and 2nd electrodes arranged within and without a reaction container by the electrical-potential-difference impression means, and electric field occur between the 1st and 2nd electrodes. The gaseous pollutant ionized by X-ray irradiation and the electrified floating bacillus can be drawn near to the inner surface of a reaction container with the electric attraction of this electric field. Thereby, a gaseous pollutant and a floating bacillus stick to the photocatalyst held on the inner surface of a reaction container efficiently, and are disassembled or sterilized.

[0024] In what is equipped with a gas stream generation means among photocatalyst equipment among this inventions, along the passage which the gas stream generation means produced, gas flows and passes through the perimeter of a photocatalyst. The gaseous pollutant and floating bacillus which are contained in this gas by operation which was mentioned above at this time stick to a photocatalyst efficiently, and are disassembled or sterilized by photocatalyst operation. Thereby, very pure gas is discharged from gas exhaust.

[0025]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail, referring to an accompanying drawing. In addition, in explanation of a drawing, the same sign is given to the same element, and the overlapping explanation is omitted. Moreover, the rate of a proportion of a drawing is not necessarily in agreement with the thing of explanation.

[0026] Example 1 drawing 1 is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of this example. This photocatalysis equipment of this example is held in the reaction container 60 formed with a pre-filter 10, X-ray irradiation equipment 20, the photocatalyst filters 30-32, the source 40 of high tension, the fan 50, and the insulating ingredient.

[0027] The inlet 11 is formed in the upper part of the reaction container 60, and the pre-filter 10 is attached so that this inlet 11 may be covered. This pre-filter 10 is for filtering the coarse grain in the gas introduced from an inlet.

[0028] X-ray irradiation equipment 20 consists of an X line source 22 and a radioparency aperture 24.

The X line source 22 is attached in the upper wall of the reaction container 60, and the X-ray which carries out outgoing radiation from the X line source 22 carries out incidence to the interior of the reaction container 60. The radioparency aperture 24 is installed in the inner surface of the upper wall of the reaction container 60, and the X-ray which carries out outgoing radiation from the X line source 22 penetrates this radioparency aperture 24, and carries out incidence of it into the reaction container 60.

[0029] The photocatalyst filters 30-32 are filters with which the photocatalyst all adhered to the front face of a honeycomb-like the body of a filter (attachment component of a photocatalyst). The thickness of each filter is about 2cm. These photocatalyst filters 30-32 are attached in the wall of the reaction container 60 so that it may be located under the X-ray irradiation equipment 20. Each filters 30-32 all turn the top face to X-ray irradiation equipment 20, set spacing of about 5mm mutually, and are arranged at parallel.

[0030] Drawing 2 is the perspective view showing the structure of the body 35 of a filter of the photocatalyst filters 30-32. The body 35 of a filter consists of carbon fiber papers made from activated carbon. This body of a filter can be acquired by starting in thickness of 2cm along the direction of A-A' of drawing 2, after a cross section produces the corrugated board which stuck the wave-like carbon fiber paper and carries out the laminating of this corrugated board over several steps on a plane carbon fiber paper. In the case of this example, the wave pitch of wave paper is become to 4.2mm, and the wave height has become 2.5mm.

[0031] The body 35 of a filter has honeycomb structure which gas passes from the opening between flat-surface paper and wave paper as the graphic display. If a photocatalyst is made to adhere to the front face of this body 35 of a filter, the photocatalyst filters 30-32 of this example will be obtained.

[0032] In addition, after a cross section rounds off the corrugated board which stuck the wave-like carbon fiber paper and makes it tubed on a plane carbon fiber paper like drawing 3 as a body of a filter, what was started in predetermined thickness can also be used.

[0033] Any photocatalyst is sufficient, as long as a photocatalyst is excited by X-ray irradiation, and it can disassemble a gaseous pollutant or it can sterilize the floating bacillus in gas. Usually, a semiconductor material is effective, and since acquisition is also easy, it is desirable. A compound, an alloy, or oxides, such as Se, Ti, Zn, Cu, Sn, aluminum, Ga, In, P, As, Sb, Bi, Cd, S, Te, nickel, Fe, Co, Ag, Mo, Sr, W, Cr, Pb, etc. from the field of effectiveness or profitability, are desirable, and these are independent, or can compound and use two or more kinds.

[0034] For example As a compound, as AlP, AlAs, GaP, AlSb, GaAs, InP, GaSb, InAs, InSb, CdS, CdSe, ZnS and MoS₂, WS₂, and an oxide There are ** TiO₂, Bi₂O₃, CuO, CuO₂, ZnO, MoO₃, InO₃, Ag₂O, PbO and SrTiO₃, BaTiO₃, Co₃O₄, Fe₂O₃, and NiO.

[0035] Next, the source 40 of high tension has the output of about 10kV, is installed in the exterior of the reaction container 60, and is connected to these filters through the lead wire inserted in the body 35 of a filter of the photocatalyst filters 30-32. The body 35 of a filter consists of activated carbon as mentioned above, and since activated carbon is a conductive ingredient, a high voltage power supply 40 and the photocatalyst filters 30-32 will be connected electrically. Both the photocatalyst filter 30 located most up and the photocatalyst filter 32 located caudad hold ground potential (zero potential). The high tension of about 10kV is impressed to the photocatalyst filter 31 located in the medium of these filters from the source 40 of high tension.

[0036] The exhaust port 12 is formed in the lower part of the reaction container 60, and the fan 50 is installed in the interior of an exhaust port 12. A fan 50 discharges this gas from an exhaust port 12 while he rotates in response to supply of the power from the power source which is not illustrated and introduces the gas of the exterior of the reaction container 60 in the reaction container 60 from an inlet 11. That is, the gas stream which goes to an exhaust port 12 from an inlet 11 in the reaction container 60 by revolution of a fan 50 is generated.

[0037] Next, actuation of the photocatalysis equipment of this example is explained. First, a fan 50 rotates in response to supply of the power from the power source which is not illustrated, and gas, such as air, passes through a pre-filter 10 and an inlet 11, and is introduced into the interior of the reaction container 60 by this. At this time, the coarse grain in gas is filtered with a pre-filter 10.

[0038] Matter which is not removed is contained in the introduced gas with the pre-filters 10, such as gas contaminants, such as a sulfur content compound (SOX, H₂S), a nitride (NOX and NH₃), O₃, a partial saturation aldehyde, and tarry material, a floating bacillus, and a tobacco particle. The photocatalysis equipment of this example mainly performs disassembly of such matter, sterilization, etc. by the photocatalysis.

[0039] Introductory gas receives the exposure of an X-ray in the lower part of X-ray irradiation equipment 20. This ionizes the gaseous pollutant contained in introductory gas. Moreover, the electron which seceded from the gaseous pollutant, and the electron emitted by the X-ray irradiation to a photocatalyst electrify particles contained in introductory gas, such as a floating bacillus and tobacco. In addition, it is suitable for ionization to use the soft X ray of abbreviation 1keV-10keV.

[0040] Since an X-ray is irradiated directly as mentioned above at introductory gas and a gaseous pollutant is ionized with the equipment of this example, the effectiveness of ionization is very good, and the effectiveness of ionization is very high even if it compares with the Prior art which ionizes with the electron emitted from photoelectric-emission material. By this, most gaseous pollutants contained in introductory gas will be ionized.

[0041] Particles, such as a gaseous pollutant ionized as mentioned above, an electrified floating bacillus, and tobacco, flow the inside of the reaction container 60, and reach the photocatalyst filters 30-32. Electric field have arisen between the filters which adjoin each other as mentioned above, particles, such as a gaseous pollutant, a floating bacillus, and tobacco, can be drawn near to each filter with the electric attraction of this electric field, and the photocatalyst adhering to the front face of the body 35 of a filter is adsorbed.

[0042] The X-ray from X-ray irradiation equipment 20 is irradiated by the photocatalyst, and the photocatalyst is activated by this. Since a photocatalysis arises by this, a photocatalyst disassembles the gaseous pollutant which stuck to oneself, and sterilizes a floating bacillus. Furthermore, since the body 35 of a filter of this example consists of activated carbon, this body 35 of a filter also absorbs and removes gaseous pollutants, such as a malodorous substance.

[0043] With the equipment of this example, since electric field are produced among the photocatalyst filters 30-32, particles, such as a gaseous pollutant, a floating bacillus, and tobacco, stick to a photocatalyst or the body 35 of a filter very efficiently. Therefore, according to the equipment of this example, efficiently, it can decompose or sterilize and these matter can be removed.

[0044] this invention persons checked actually the height of the surface coverage to the photocatalyst filters 30-32. Below, this is explained concretely.

[0045] Voidage is 75 - 80% and, as for pressure loss, in the case of 2cm thickness, the photocatalyst filters 30-32 of this example have the property of 0.44mmH(s)² O in the time of mean velocity 1 m/sec. The ventilation resistance of the photocatalyst filters 30-32 of this example is very low so that clearly from this property. In the equipment of this example, when not impressing an electrical potential difference, the surface coverage of the ammonia which is a kind of a gaseous pollutant is about 30% in the time of wind-speed 3.0 m/sec of gas. This sticks to a photocatalyst automatically according to an operation of a gas stream.

[0046] On the other hand, when an X-ray was irradiated and an electrical potential difference was impressed to the body 35 of a filter, surface coverage improved to about 90%. Since the gaseous pollutant ionized with the X-ray can draw near to the photocatalyst filters 30-32 by impressing an electrical potential difference by the electric field produced between the photocatalyst filters 30-32, a gaseous pollutant etc. can be made to be able to stick to a photocatalyst very efficiently, and decomposition, sterilization, etc. can make these matter very efficient by the photocatalysis.

[0047] In addition, in order to carry out the collection of the gaseous pollutant etc. suitably, as for the field strength produced between photocatalyst filters, it is desirable according to this invention persons' knowledge, to consider as about five to 20 kV/cm.

[0048] Moreover, in order to raise the rate of a photocatalysis, an ultraviolet ray lamp may be irradiated at the reaction container 60, and you may make it irradiate ultraviolet rays with installation and an X-ray at a photocatalyst in addition to X-ray irradiation equipment 20.

[0049] The gas which passed the photocatalyst filters 30-32 advances toward an exhaust port 12 according to the passage generated by the fan 50, and is discharged from an exhaust port 12. Since the most is removed by the photocatalyst filters 30-32 in the gaseous pollutant and floating bacillus which were contained in gas, the gas discharged is very pure compared with the introduced gas.

[0050] As mentioned above, since a gaseous pollutant etc. is efficient on the body of a photocatalyst or a filter, it adsorbs by the electric field which according to [as explained] the photocatalysis equipment of this example the gaseous pollutant in introductory gas, a floating bacillus, etc. are efficient, were ionized or charged by X-ray irradiation, and were produced among the photocatalyst filters 30-32 and the photocatalyst is moreover activated by X-ray irradiation, very efficiently, it can decompose or sterilize and a gaseous pollutant and floating bacillus etc. can be removed. In this example, since body of filter 35 the very thing which consists of activated carbon also absorbs and removes a gaseous pollutant, a gaseous pollutant can be removed much more suitably.

[0051] In addition, it has the advantage of a photocatalyst also fully irradiating and activating a photocatalyst good while it ionizes the gaseous pollutant contained in gas good, since an X-ray penetrates the inside of gas, such as air, with moderate permeability. Although using ultraviolet rays instead of an X-ray is also considered, the ultraviolet rays with long wavelength have small energy for ionizing a gas, and it is suitable to have the trouble that a photocatalyst does not fully irradiate and to use an X-ray like this example on the other hand, since the ultraviolet rays (ultraviolet rays with short wavelength) with the high energy which can ionize a gas are deficient in the capacity which penetrates gas, such as air.

[0052] Moreover, it is thought that it is suitable for it to use an X-ray also from this point since the X-ray excels ultraviolet rays also in the capacity which penetrates solid-states, such as activated carbon. For example, in the case of ultraviolet rays, considering the case where the photocatalyst filter of the structure where the photocatalyst was held at the fibrous body of a filter is used, in order to fully activate the photocatalyst inside the body of a filter, it is necessary to make the eye of the body of a filter coarse. However, it is difficult for the gas which passes a filter, without adsorbing a photocatalyst so much to increase, if an eye is made coarse, and to remove a gaseous pollutant etc. efficiently as a whole. On the other hand, when using an X-ray, even if it uses the high level of the penetrating power of an X-ray, therefore a filter with a fine eye, the photocatalyst inside the body of a filter can fully be activated, and, moreover, the surface coverage to the photocatalyst of a gaseous pollutant can be raised.

[0053] Next, drawing 4 - drawing 6 are drawings showing the example of a configuration at the time of applying the photocatalysis equipment of this example to an air cleaner, and the perspective view in which drawing 4 shows the external view of an air cleaner, and drawing 5 shows the internal structure of an air cleaner, and drawing 6 are the sectional views showing the internal structure of an air cleaner.

[0054] As shown in drawing 4 and drawing 5, the pre-filter 10 which constitutes the photocatalysis equipment of this example, X-ray irradiation equipment 20, the photocatalyst filters 30-32, the high voltage power supply 40, the fan 50, and the reaction container 60 are held in the case 61 of an air cleaner. The air-suction-system opening 16 prepared in the case 61 is equivalent to the inlet 11 of the photocatalysis equipment of this example, and the air exit cone 17 is equivalent to an exhaust port 12, respectively.

[0055] As shown in drawing 6, the high voltage power supply 40 is connected to the photocatalyst filters 30-32 through lead wire. X-ray irradiation equipment 20, the photocatalyst filters 30-32, and a fan 50 are installed in the interior of the reaction container 60. The operation of equipment is the same, although X-ray irradiation equipment 20 is also installed in the reaction container 60 in the reaction container 60 and it is different from the photocatalysis equipment of this example at this point.

[0056] This air cleaner discharges pure air from the air exit cone 17 by inhaling cigarette smoke etc., and decomposing and removing a gaseous pollutant and the particle of tobacco with the photocatalyst filters 30-32.

[0057] Example 2 drawing 7 is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of this example. The equipment of this example is equipped with X-ray irradiation equipment 20, two or more photocatalyst filters 33, the high voltage power supply 40, and the reaction container 60

of a core box. The inlet 11 is formed in the upper part of the reaction container 60, and the bulb 51 is installed in the interior of an inlet 11. The exhaust port 12 is installed in the lower part of the reaction container 60.

[0058] As for two or more photocatalyst filters 33, a photocatalyst all adheres to the top face and underside of a conductive electrode of a parallel plate. The vertical side of these photocatalyst filters 33 has turned to the side face of the reaction container 60, sets predetermined spacing toward the side face of another side from one side face, and is arranged at parallel.

[0059] The high voltage power supply 40 is connected to the plate electrode which constitutes the photocatalyst filter 33 through lead wire. As a graphic display, the high-tension-side terminal and low-tension side terminal of a high voltage power supply 40 are connected to the electrode of two or more photocatalyst filters 33 by turns, and it is held so that an adjacent electrode may become high potential and low voltage (ground potential) by turns. An electrical potential difference will be impressed between adjacent electrodes by this, and electric field will arise between the adjacent photocatalyst filters 33.

[0060] If the equipment of this example is installed in a location with the flow of gas and a bulb 51 is changed into an open condition, gas will be introduced into the interior of the reaction container 60 from an inlet 11. The gaseous pollutant contained in the introduced gas passes through the opening between the adjacency ***** filters 33 along the passage which goes to an exhaust port 12 from an inlet 11, after being ionized in response to the exposure of the X-ray from X-ray irradiation equipment 20. At this time, it can draw near to each photocatalyst filter 33 by the electric field between the adjacent photocatalyst filters 33, a photocatalyst is adsorbed, and the ionized gaseous pollutant is disassembled and removed. It will be charged by the time the floating bacillus contained in gas results in the photocatalyst filter 33, and it sticks to a photocatalyst according to an operation of the electric field between the photocatalyst filters 33, and is sterilized and removed. In addition, the photocatalyst is being activated by the X-ray irradiation of X-ray irradiation equipment 20 like an example 1.

[0061] Thus, since a gaseous pollutant etc. is efficient to a photocatalyst, it adsorbs by the electric field which the gaseous pollutant in introductory gas etc. is efficient, were ionized [also set to the equipment of this example and] or charged by X-ray irradiation, and were produced between the photocatalyst filters 33 and the photocatalyst is moreover activated by X-ray irradiation, very efficiently, it can decompose or sterilize and a gaseous pollutant etc. can be removed.

[0062] Example 3 drawing 8 is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of this example. The equipment of this example is equipped with X-ray irradiation equipment 20, the photocatalyst filters 34 and 70, the high voltage power supply 40, and the tubed reaction container 60. The inlet 11 is formed in the upper part of the reaction container 60, and the bulb 52 is installed in the interior of an inlet 11. This bulb 52 is a thing in order to control an inflow and runoff of gas in the reaction container 60.

[0063] The photocatalyst filter 70 consists of a conductive cylindrical electrode set up by the core of the low wall of the reaction container 60, and a photocatalyst adhering to this front face. The photocatalyst filter 34 consists of a flat electrode which was made to stick one's underside to the inner surface of the side attachment wall of the reaction container 60, and a low wall, and was attached in it, and a photocatalyst adhering to the top face of this flat electrode.

[0064] As a graphic display, the low-tension side terminal is connected to the flat electrode from which the high-tension-side terminal of a high voltage power supply 40 constitutes the photocatalyst filter 34 in the cylindrical electrode which constitutes the photocatalyst filter 70, respectively, and electric field occur between the photocatalyst filter 70 and the photocatalyst filter 34.

[0065] If the equipment of this example is installed in a location with the flow of gas and a bulb 52 is changed into an open condition, gas will be introduced into the interior of the reaction container 60 from an inlet 11. It can draw near to the photocatalyst filter 34 by the electric field produced between the photocatalyst filter 70 and the photocatalyst filter 34, a photocatalyst is adsorbed, and the gaseous pollutant contained in the introduced gas is disassembled and removed, after being ionized in response to the exposure of the X-ray from X-ray irradiation equipment 20. The floating bacillus contained in gas is charged in response to the electron which seceded from the gaseous pollutant, or the electron emitted

by the X-ray irradiation to a photocatalyst, and it sticks to a photocatalyst according to an operation of the electric field between the photocatalyst filter 70 and the photocatalyst filter 34, and is sterilized and removed. In addition, the photocatalyst is being activated by the X-ray irradiation of X-ray irradiation equipment 20 like the above-mentioned example.

[0066] The bulb 52 is closed after a suitable quantity of gas is introduced in the reaction container 60. By this, since the reaction container 60 is sealed and gas loses a refuge, the surface coverage of a gaseous pollutant or a floating bacillus will increase with time amount, consequently the clarification effectiveness of gas will increase compared with the equipment of the above-mentioned example.

[0067] Thus, with the equipment of this example, since a pollutant etc. is removed over many hours within the sealed reaction container in making the gaseous pollutant in the introductory gas by which ionization etc. was efficiently carried out by X-ray irradiation etc. stick to a photocatalyst efficiently by the electric field produced between the photocatalyst filters 33 and being able to remove a gaseous pollutant etc. very efficiently, very pure gas can be obtained.

[0068] Example 4 drawing 9 is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of this example. The equipment of this example consists of an inlet 11, a bulb 52, X-ray irradiation equipment 20, the cylindrical electrode 71, the photocatalyst 38, a high voltage power supply 40, a tubed reaction container 60, and a flat electrode 72. The cylindrical electrode 71 is a conductive electrode set up by the core of the low wall of the reaction container 60. The photocatalyst 38 has adhered to the inner surface of the side attachment wall of the reaction container 60, and a low wall. A flat electrode 72 is a conductive electrode which was made to stick one's underside to the outside surface of the side attachment wall of the reaction container 60, and a low wall, and was attached in it. About other components, it is the same as that of an example 3.

[0069] As a graphic display, the high-tension-side terminal of a high voltage power supply 40 is connected to the cylindrical electrode 71, a low-tension side terminal is connected to a flat electrode 72, respectively, the flat electrode 72 is grounded further, and electric field occur between the cylindrical electrode 71 and a flat electrode 72.

[0070] Actuation of the equipment of this example is the same as that of an example 3. Although the electrified gaseous pollutant and the electrified floating bacillus will receive the electric attraction of the electric field between the cylindrical electrode 71 and a flat electrode 72, since the photocatalyst 38 exists between the cylindrical electrode 71 and a flat electrode 72, a gaseous pollutant etc. can be drawn near to a photocatalyst 38, and will be removed here.

[0071] Very pure gas can be obtained by removing a pollutant etc. within the sealed reaction container, in making a photocatalyst adsorb the gaseous pollutant in introductory gas etc. to the equipment of this example as well as an example 3 efficiently by the electric field produced between the photocatalyst filters 33 and being able to remove a gaseous pollutant etc. very efficiently.

[0072] As mentioned above, although the example of this invention was explained to the detail, this invention is not limited to the above-mentioned example, and various deformation is possible for it. For example, the electrostatic filter for removing the particle charged in the reaction container of photocatalyst equipment may be prepared, and the clarification effectiveness of gas may be heightened. Moreover, as a body of a filter (there may be an electrode.) to which a photocatalyst is made to adhere, the thing of the shape of sponge, reticulated, fibrous, and granular ** can also be used in addition to the shape of a honeycomb and the tabular thing which were used in the example. In addition, as for the part to which the photocatalyst has adhered directly, it is desirable that exchange is a cartridge type so that easily.

[0073]

[Effect of the Invention] As mentioned above, very efficiently, it can decompose or sterilize and the photocatalysis of the photocatalyst activated by X-ray irradiation since it adsorbed efficiently to a photocatalyst with the electric attraction of electric field after according to [as explained to the detail] the photocatalysis equipment of this invention the gaseous pollutant in gas, a floating bacillus, etc. are efficient and being ionized or charged by X-ray irradiation can remove a gaseous pollutant and floating bacillus etc. Thus, since the photocatalysis equipment of this invention has the extremely excellent

clarification effectiveness, an activity suitable as an air cleaner etc. is possible for it.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of an example 1.

[Drawing 2] It is the perspective view showing the structure of the body 35 of a filter.

[Drawing 3] It is the perspective view showing other examples of the body of a filter.

[Drawing 4] It is the external view of the air cleaner which applied the photocatalysis equipment of an example 1.

[Drawing 5] It is the perspective view showing the internal structure of the air cleaner which applied the photocatalysis equipment of an example 1.

[Drawing 6] It is the sectional view showing the internal structure of the air cleaner which applied the photocatalysis equipment of an example 1.

[Drawing 7] It is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of an example 2.

[Drawing 8] It is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of an example 3.

[Drawing 9] It is the sectional view showing the configuration of the photocatalysis equipment of an example 4.

[Description of Notations]

10 [-- X-ray irradiation equipment, 22 / -- X line source, 24 / -- A radioparency aperture, 30-34 / -- A photocatalyst filter, 40 / -- A high voltage power supply, 50 / -- A fan, 60 / -- Reaction container.] -- A pre-filter, 11 -- An inlet, 12 -- An exhaust port, 20

[Translation done.]

特開平8-299786

(43) 公開日 平成8年(1996)11月19日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I

B01J 19/12

B01J 19/12

A

B01D 53/86

35/02

J

B01J 35/02

B01D 53/36

J

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全9頁)

(21) 出願番号

特願平7-113119

(71) 出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社

静岡県浜松市市野町1126番地の1

(22) 出願日

平成7年(1995)5月11日

(72) 発明者 富田 康弘

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

(72) 発明者 白柳 雄二

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内

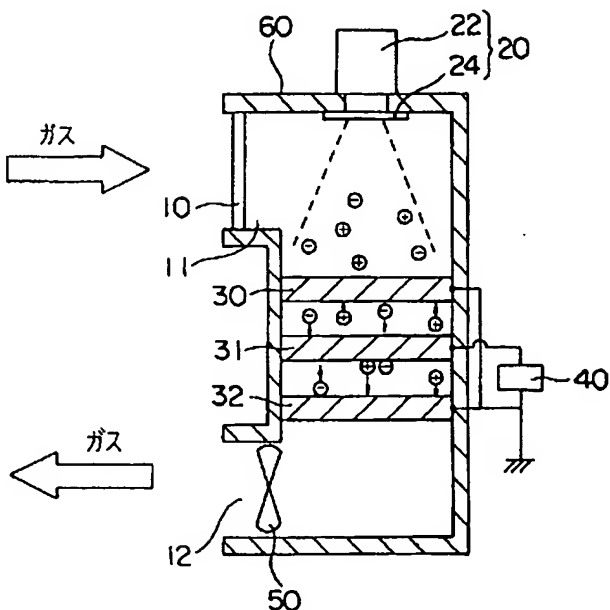
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54) 【発明の名称】 光触媒反応装置

(57) 【要約】

【目的】 気体中の汚染物質や悪臭物質、浮遊菌等を効率良く分解、除去する光触媒反応装置を提供する。

【構成】 本発明の光触媒反応装置は、ガス導入口(11)を有する反応容器(60)、ガス導入口から反応容器内に導入されたガスにX線を照射するX線照射手段(20)、反応容器内に電界を生じさせる電界発生手段(40)、及び電界内に配置された光触媒フィルタ(30~32)であってX線照射手段からのX線が照射されるものから構成されている。反応容器内に導入されたガスにX線が直接照射される結果、ガス中のガス状汚染物質や浮遊菌は効率良く電離、帯電される。イオン化したガス状汚染物質や帯電した浮遊菌は反応容器内で発生した電界の電氣的引力により光触媒に引き寄せられて効率良く光触媒に吸着し、光触媒作用によって分解、殺菌され除去される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ガス導入口を有する反応容器と、
前記ガス導入口から前記反応容器内に導入されたガスに
X線を照射するX線照射手段と、
前記反応容器内に電界を生じさせる電界発生手段と、
前記電界内に配置された光触媒であって前記X線照射手
段からのX線が照射されるものと、
を備える光触媒反応装置。

【請求項2】 前記電界発生手段は、前記光触媒を保持
する第1及び第2の保持部材であって前記X線照射手段 10
からのX線がそれぞれ照射されるものと、前記第1及び
第2の保持部材の間に電圧を印加する電圧印加手段とを
備えるものであることを特徴とする請求項1記載の光触
媒反応装置。

【請求項3】 前記第1及び第2の保持部材は、導電性
の材料からなるものであり、
前記電圧印加手段は、前記第1及び第2の保持部材に接
続された電圧源であることを特徴とする請求項2記載の
光触媒反応装置。

【請求項4】 前記電圧印加手段は、前記第1及び第2 20
の保持部材にそれぞれ取り付けられた第1及び第2の電
極であって前記第1及び第2の保持部材を挟んで互いに
対向するもの、並びにこの第1及び第2の電極に接続さ
れた電圧源から構成されていることを特徴とする請求項
2記載の光触媒反応装置。

【請求項5】 前記電界発生手段は、前記光触媒を保持
する保持部材であって前記X線照射手段からのX線が照
射されるものと、前記反応容器内に設置された第1の電
極と、前記保持部材と前記第1の電極との間に電圧を印
加する電圧印加手段とを備えるものであることを特徴と 30
する請求項2記載の光触媒反応装置。

【請求項6】 前記保持部材は、導電性の材料からなる
ものであり、
前記電圧印加手段は、前記保持部材及び前記第1の電極
に接続された電圧源であることを特徴とする請求項5記
載の光触媒反応装置。

【請求項7】 前記電圧印加手段は、前記保持部材に取
り付けられた第2の電極であって前記保持部材を挟んで
前記第1の電極と対向するもの、並びに前記第1及び第
2の電極に接続された電圧源から構成されていることを 40
特徴とする請求項5記載の光触媒反応装置。

【請求項8】 前記導電性の材料は、活性炭であることを
特徴とする請求項3又は6記載の光触媒反応装置。

【請求項9】 前記電界発生手段は、前記反応容器内に
設置された第1の電極と、前記反応容器の外面上に取り
付けられた第2の電極と、前記第1及び第2の電極の間
に電圧を印加する電圧印加手段とを備えるものであり、
前記光触媒は、前記反応容器の内面上に保持されている
ことを特徴とする請求項2記載の光触媒反応装置。

【請求項10】 前記反応容器は、ガス排出口をさらに 50

有するものであり、前記ガス導入口から前記反応容器外
のガスを導入し、前記ガス導入口から前記ガス排出口へ
向かうガスの流れを生じさせるガス流生成手段をさらに
備えることを特徴とする請求項1記載の光触媒反応装
置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光触媒反応により気体
中の汚染物質や浮遊菌等を分解、殺菌する技術に関する
ものである。

【0002】

【従来の技術】従来の光触媒反応装置としては、特開平
1-266864号公報に開示されるものが知られてい
る。これは、光電子放出材及び光触媒上に紫外線又は放
射線を照射し、放出された光電子によってガス流中の粒
子状物質を荷電せしめ、荷電された粒子を荷電粒子捕集
部で捕集して除去するとともに、光触媒の作用によりガ
ス状汚染物質や悪臭物質を分解除去し、さらに、紫外線
エネルギーと光触媒の作用により微生物、細菌類を死滅
させ除去する装置である。

【0003】また、これ以外にも、光触媒反応を利用し
た気体処理方法として、特公平4-005485号公報
に開示されているような方法が知られている。これは、
電界中において紫外線が照射されている光触媒上に廃オ
ゾン含有ガスを通ずることにより廃オゾンを分解処理す
る方法である。廃オゾンは、光触媒上への紫外線照射に
より放出された電子の作用により分解、除去され、電子
の作用で分解されなかった廃オゾンは、光触媒表面で分
解、除去される。光触媒を電界内におくことにより光触
媒表面がオゾンに対して還元作用を持つようになり、光
触媒のオゾンの分解性が向上する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の技術は、いづれ
も光電子放出材や光触媒に光を照射することで放出され
た光電子の作用によりガス中の汚染物質や粒子を分解、
除去するとともに、光照射によって活性化された光触媒
の作用によって汚染物質や細菌類を分解、殺菌するもの
である。しかし、これらの技術では、汚染物質と光触媒
の接触は汚染物質等を含むガス流の作用によるものであ
ったため、光触媒と汚染物質との接触確率は低く、光触
媒と汚染物質との吸着率も十分でなかった。また、光電
子放出材から放出される電子の飛程距離は短いので、こ
の電子による汚染物質の分解効果や粒子の帯電効果は十
分でない。したがって、従来の技術では、ガス中の汚染
物質を効率良く除去することは困難である。

【0005】本発明は、上記に鑑みなされたもので、気
体中の汚染物質や悪臭物質、浮遊菌等を効率良く分解、
除去する光触媒反応装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記の問題点を解決する

ために、本発明の光触媒反応装置は、(a) ガス導入口を有する反応容器と、(b) ガス導入口から反応容器内に導入されたガスにX線を照射するX線照射手段と、

(c) 反応容器内に電界を生じさせる電界発生手段と、

(d) 電界内に配置された光触媒であってX線照射手段からのX線が照射されるものとを備えている。

【0007】本発明の第1の実施態様としては、上記の電界発生手段が、①光触媒を保持する第1及び第2の保持部材であってX線照射手段からのX線がそれぞれ照射されるものと、②第1及び第2の保持部材の間に電圧を印加する電圧印加手段とを備えることを特徴とするものがある。

【0008】この場合、第1及び第2の保持部材が導電性の材料からなり、なおかつ、電圧印加手段が第1及び第2の保持部材に接続された電圧源であっても良い。この導電性材料は、活性炭であると良い。

【0009】また、電圧印加手段が、第1及び第2の保持部材にそれぞれ取り付けられた第1及び第2の電極であって第1及び第2の保持部材を挟んで互いに対向するもの、並びにこの第1及び第2の電極に接続された電圧源から構成されるものであっても良い。

【0010】本発明の第2の実施態様としては、上記の電界発生手段が、①光触媒を保持する保持部材であってX線照射手段からのX線が照射されるものと、②反応容器内に設置された第1の電極と、③保持部材と第1の電極との間に電圧を印加する電圧印加手段とを備えることを特徴とするものがある。

【0011】この場合、保持部材が導電性の材料からなり、なおかつ、電圧印加手段が保持部材及び第1の電極に接続された電圧源であっても良い。この導電性材料は、活性炭であると良い。

【0012】また、電圧印加手段が、保持部材に取り付けられた第2の電極であって保持部材を挟んで第1の電極と対向するもの、並びに第1及び第2の電極に接続された電圧源から構成されるものであっても良い。

【0013】本発明の第3の実施態様としては、上記の電界発生手段が、反応容器内に設置された第1の電極と、反応容器の外面上に取り付けられた第2の電極と、この第1及び第2の電極の間に電圧を印加する電圧印加手段とを備えるものであり、光触媒が反応容器の内面上に保持されていることを特徴とするものがある。

【0014】また、本発明の光触媒反応装置は、上記の反応容器がガス排出口をさらに有しており、反応容器のガス導入口から反応容器外のガスを導入し、ガス導入口からガス排出口へ向かうガスの流れを生じさせるガス流生成手段をさらに備えているものであっても良い。

【0015】

【作用】本発明の光触媒反応装置では、反応容器内に導入されたガスにX線が直接照射されるため、ガスに含まれるガス状汚染物質や浮遊菌が効率良く電離あるいは

帯電する。また、X線は、空气中を適度に透過し、空気による吸収は少ないので、光触媒に効率良く照射され、光触媒を良好に活性化させる。

【0016】一方、本発明の反応容器内では電界が発生しているため、イオン化したガス状汚染物質や帯電した浮遊菌は電界の電氣的引力により光触媒に引き寄せられる。これにより、ガス状汚染物質や浮遊菌は光触媒に効率良く吸着し、光触媒作用によって分解あるいは殺菌される。

【0017】本発明の第1の実施態様では、電圧印加手段が印加する電圧により第1及び第2の保持部材の間に電界が発生する。イオン化したガス状汚染物質や帯電した浮遊菌はこの電界の電氣的引力により第1及び第2の保持部材に引き寄せられ、効率良く光触媒に吸着して分解あるいは殺菌される。

【0018】第1及び第2の保持部材が導電性の材料からなる上記の装置では、電圧源から保持部材に直接電圧が印加され、第1及び第2の保持部材の間に電界が発生する。

【0019】また、電圧印加手段が第1及び第2の電極、並びに電圧源を有している場合は、電圧源から印加される電圧によってこの第1及び第2の電極の間に電界が発生する。第1及び第2の電極は、第1及び第2の保持部材を挟んで対向しているから、これにより第1及び第2の保持部材の間に電界が発生する。

【0020】本発明の第2の実施態様では、電圧印加手段が印加する電圧により保持部材と第1の電極との間に電界が発生する。イオン化したガス状汚染物質や帯電した浮遊菌はこの電界の電氣的引力により保持部材に引き寄せられる。これにより、ガス状汚染物質や浮遊菌は保持部材が保持する光触媒に効率良く吸着し、分解あるいは殺菌される。

【0021】保持部材が導電性の材料からなる上記の装置では、電圧源から保持部材に直接電圧が印加され、保持部材と第1の電極との間に電界が発生する。

【0022】電圧印加手段が第2の電極及び電圧源を有している場合は、電圧源から印加される電圧によってこの第2電極と上記の第1電極との間に電界が発生する。第2電極は保持部材を挟んで第1電極と対向しているから、第1の電極と保持部材との間に電界が発生する。

【0023】本発明の第3の実施態様では、反応容器の内外に配置された第1及び第2の電極に電圧印加手段によって電圧が印加され、第1及び第2の電極の間に電界が発生する。X線照射によりイオン化したガス状汚染物質や帯電した浮遊菌はこの電界の電氣的引力により反応容器の内面に引き寄せられる。これにより、ガス状汚染物質や浮遊菌は反応容器の内面上に保持された光触媒に効率良く吸着し、分解あるいは殺菌される。

【0024】本発明のうち光触媒装置のうちガス流生成手段を備えるものでは、ガス流生成手段が生じさせた流

路に沿ってガスは流れ、光触媒の周りを通過する。このとき上述したような作用によって、このガスに含まれるガス状汚染物質や浮遊菌は効率良く光触媒に吸着し、光触媒作用によって分解あるいは殺菌される。これにより、ガス排出口からは極めて清浄なガスが排出される。

【0025】

【実施例】以下、添付図面を参照しながら本発明の実施例を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は説明のものと必ずしも一致していない。

【0026】実施例1

図1は、本実施例の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。本実施例のこの光触媒反応装置は、プレフィルタ10、X線照射装置20、光触媒フィルタ30～32、高電圧源40、ファン50及び絶縁性材料で形成された反応容器60に収容されている。

【0027】反応容器60の上部には導入口11が形成されており、プレフィルタ10は、この導入口11を覆うように取り付けられている。このプレフィルタ10は、導入口から導入されるガス中の粗粒子を濾過するためのものである。

【0028】X線照射装置20は、X線源22及びX線透過窓24から構成されている。X線源22は、反応容器60の上壁に取り付けられており、X線源22から出射するX線が反応容器60の内部に入射するようになっている。X線透過窓24は、反応容器60の上壁の内面に設置されており、X線源22から出射するX線がこのX線透過窓24を透過して反応容器60内に入射するようになっている。

【0029】光触媒フィルタ30～32は、いずれもハニカム状のフィルタ本体（光触媒の保持部材）の表面に光触媒が付着したフィルタである。各フィルタの厚さは、約2cmである。これらの光触媒フィルタ30～32は、X線照射装置20の下方に位置するように反応容器60の内壁に取り付けられている。各フィルタ30～32は、いずれもその上面をX線照射装置20に向け、互いに約5mmの間隔をおいて平行に配置されている。

【0030】図2は、光触媒フィルタ30～32のフィルタ本体35の構造を示す斜視図である。フィルタ本体35は、活性炭を材料とする炭素繊維ペーパーで構成されている。このフィルタ本体は、平面状の炭素繊維ペーパーの上に断面が波形状の炭素繊維ペーパーを貼り付けた段ボール紙を作製し、この段ボール紙を数段にわたって積層してから、図2のA-A'方向に沿って厚さ2cmに切り出すことで得ることができる。本実施例の場合、波形紙の波ピッチは4.2mm、波高は2.5mmとなっている。

【0031】図示の通り、フィルタ本体35は、平面紙と波形紙の間の空隙からガスが通過するようなハニカム

構造となっている。このフィルタ本体35の表面に光触媒を付着させれば、本実施例の光触媒フィルタ30～32が得られる。

【0032】なお、フィルタ本体としては、図3のように平面状の炭素繊維ペーパーの上に断面が波形状の炭素繊維ペーパーを貼り付けた段ボール紙を丸めて筒状にした後、所定の厚さに切り出したものを用いることもできる。

【0033】光触媒は、X線照射により励起され、ガス状汚染物質を分解したりガス中の浮遊菌を殺菌することができるものであればどれでも良い。通常は、半導体材料が効果的であり、入手も容易なので好ましい。効果や経済性の面からは、Se, Ti, Zn, Cu, Sn, Al, Ga, In, P, As, Sb, Bi, Cd, S, Te, Ni, Fe, Co, Ag, Mo, Sr, W, Cr, Pb等の化合物、合金または酸化物が好ましく、これらは単独で、又は2種類以上を複合して用いることができる。

【0034】例えば、化合物としてはAlP, AlAs, GaP, AlSb, GaAs, InP, GaSb, InAs, InSb, CdS, CdSe, ZnS, MoS₂, WS₂, 酸化物としてはTiO₂, Bi₂O₃, CuO, Cu₂O, ZnO, MoO₃, In₂O₃, Ag₂O, PbO, SrTiO₃, BaTiO₃, Co₃O₄, Fe₂O₃, NiOがある。

【0035】次に、高電圧源40は約10kVの出力を有するもので、反応容器60の外部に設置されており、光触媒フィルタ30～32のフィルタ本体35に差し込まれた導線を介してこれらのフィルタに接続されている。上述のようにフィルタ本体35は活性炭から構成されており、活性炭は導電性の材料であるから、高電圧源40と光触媒フィルタ30～32とは電氣的に接続されていることになる。最も上方に位置する光触媒フィルタ30と、最も下方に位置する光触媒フィルタ32は、ともにグラウンド電位（ゼロ電位）を保持している。これらのフィルタの中間に位置する光触媒フィルタ31には、高電圧源40から約10kVの高電圧が印加される。

【0036】反応容器60の下部には排出口12が形成されており、ファン50は排出口12の内部に設置されている。ファン50は、図示しない電源からの電力の供給を受けて回転し、反応容器60の外部のガスを導入口11から反応容器60内に導入すると共に、このガスを排出口12から排出する。すなわち、ファン50の回転によって、反応容器60内において導入口11から排出口12へ向かうガス流が生成される。

【0037】次に、本実施例の光触媒反応装置の動作を説明する。まず、図示しない電源からの電力の供給を受けてファン50が回転し、これによって空気等のガスがプレフィルタ10及び導入口11を通過して反応容器60の内部に導入される。このとき、ガス中の粗粒子は、

7 プレフィルタ10によって濾過され

【0038】導入されたガスには、硫黄含有化合物(SO_2 、 H_2S)、窒素化合物(NO_x 、 NH_3)、 O_3 、不飽和アルデヒドやタール状物質等のガス状の汚染物質、浮遊菌、タバコ粒子など、プレフィルタ10では除去されないような物質が含まれている。本実施例の光触媒反応装置は、主に光触媒反応によってこのような物質の分解、殺菌等を行う。

【0039】導入ガスは、X線照射装置20の下方でX線の照射を受ける。これにより、導入ガスに含まれるガス状汚染物質はイオン化する。また、ガス状汚染物質から離脱した電子や光触媒へのX線照射により放出された電子が、導入ガスに含まれる浮遊菌やタバコ等の粒子を帯電させる。なお、イオン化には、約1keV~10keVの軟X線を用いるのが好適である。

【0040】本実施例の装置では、上述のようにX線を導入ガスに直接照射してガス状汚染物質をイオン化するのでイオン化の効率は極めて良好であり、光電子放出材から放出された電子によりイオン化を行う従来の技術に比較しても、イオン化の効率は極めて高い。これにより、導入ガスに含まれるガス状汚染物質の大部分がイオン化されることになる。

【0041】上述のようにしてイオン化されたガス状汚染物質や帯電した浮遊菌やタバコ等の粒子は反応容器60内を流れ、光触媒フィルタ30~32に到達する。上述のように隣り合うフィルタの間には電界が生じており、この電界の電氣的引力によってガス状汚染物質、浮遊菌、タバコ等の粒子は各フィルタに引き寄せられ、フィルタ本体35の表面に付着した光触媒に吸着される。

【0042】光触媒にはX線照射装置20からのX線が照射されており、これによって光触媒は活性化されている。これによって光触媒反応が生じるため、光触媒は自らに吸着したガス状汚染物質を分解し、浮遊菌を殺菌する。さらに、本実施例のフィルタ本体35は活性炭から構成されているので、このフィルタ本体35も悪臭物質などのガス状汚染物質を吸収し、除去する。

【0043】本実施例の装置では、光触媒フィルタ30~32の間に電界を生じさせるため、ガス状汚染物質、浮遊菌、タバコ等の粒子が光触媒やフィルタ本体35に極めて効率良く吸着する。したがって、本実施例の装置によれば、これらの物質を効率良く分解あるいは殺菌し、除去することができる。

【0044】本発明者らは、光触媒フィルタ30~32への吸着率の高さを実際に確認した。以下では、これを具体的に説明する。

【0045】本実施例の光触媒フィルタ30~32は、空隙率が75~80%であり、平均流速1m/secで厚さ2cmの場合、圧力損失は0.44mmH₂Oの特性を有している。この特性から明らかなように、本実施例の光触媒フィルタ30~32は、極めて通気抵抗の

低いものである。本実施例の装置において、電圧を印加しない場合、ガス状汚染物質の一種であるアンモニアの吸着率はガスの風速3.0m/sec時で約30%である。これは、ガス流の作用によって自然に光触媒に吸着したものである。

【0046】これに対し、X線を照射し、かつ、フィルタ本体35に電圧を印加した場合は、吸着率は約90%に向上した。電圧を印加することで光触媒フィルタ30~32間に生じた電界により、X線によってイオン化したガス状汚染物質等が光触媒フィルタ30~32に引き寄せられるため、ガス状汚染物質等を極めて効率良く光触媒に吸着させることができ、光触媒反応によってこれらの物質を極めて効率良く分解、殺菌等することができる。

【0047】なお、本発明者らの知見によれば、ガス状汚染物質等を好適に捕集するために、光触媒フィルタ間に生じる電界強度は約5~20kV/cmとするのが好ましい。

【0048】また、光触媒反応の速度を高めるために、X線照射装置20に加えて紫外線ランプを反応容器60に取り付け、X線とともに紫外線を光触媒に照射するようにしても良い。

【0049】光触媒フィルタ30~32を通過したガスは、ファン50により生成された流路にしたがって排出口12へ向かって進行し、排出口12から排出される。ガスに含まれていたガス状汚染物質や浮遊菌は、その大部分が光触媒フィルタ30~32によって除去されているので、排出されるガスは、導入されたガスに比べて極めて清浄なものとなっている。

【0050】以上、説明したように、本実施例の光触媒反応装置によれば、X線照射により導入ガス中のガス状汚染物質や浮遊菌等が効率良くイオン化あるいは帯電され、光触媒フィルタ30~32の間に生じた電界によりガス状汚染物質等が光触媒やフィルタ本体に効率良く吸着し、しかも光触媒はX線照射により活性化されているので、ガス状汚染物質や浮遊菌等を極めて効率良く分解あるいは殺菌し、除去することができる。本実施例では、活性炭から構成されるフィルタ本体35自体もガス状汚染物質を吸収、除去するので、ガス状汚染物質の除去を一層好適に行うことができる。

【0051】なお、X線は、空気等のガス中を適度な透過率で透過するので、ガスに含まれるガス状汚染物質を良好にイオン化するとともに、光触媒にも十分に照射されて光触媒を良好に活性化するという利点を有している。X線の代わりに紫外線を用いることも考えられるが、波長の長い紫外線は、気体をイオン化するにはエネルギーが小さく、一方、気体をイオン化することが可能な高いエネルギーを持った紫外線(波長の短い紫外線)は空気等のガスを透過する能力に乏しいため、光触媒に十分に照射されないという問題点を有しており、本実施

例のようにX線を用いるのが好適である。

【0052】また、X線は活性炭等の固体を透過する能力も紫外線より優れているため、この点からもX線を用いるのが好適と思われる。例えば、光触媒が繊維状のフィルタ本体に保持された構造の光触媒フィルタを用いる場合を考えると、紫外線の場合は、フィルタ本体の内部の光触媒を十分に活性化させるためにはフィルタ本体の目を粗くする必要がある。しかし、目を粗くすればそれだけ光触媒に吸着されずにフィルタを通過するガスが増加することになり、全体としてガス状汚染物質等を効率良く除去することは困難である。これに対し、X線を用いる場合は、X線の透過力の高さゆえに、目の細かいフィルタを用いてもフィルタ本体内部の光触媒を十分に活性化することができ、しかもガス状汚染物質の光触媒への吸着率を高めることができる。

【0053】次に、図4～図6は、本実施例の光触媒反応装置を空気清浄器に適用した場合の構成例を示す図であり、図4は空気清浄器の外観図、図5は空気清浄器の内部構造を示す斜視図、図6は空気清浄器の内部構造を示す断面図である。

【0054】図4及び図5に示されるように、空気清浄器の筐体61には、本実施例の光触媒反応装置を構成するプレフィルタ10、X線照射装置20、光触媒フィルタ30～32、高圧電源40、ファン50及び反応容器60が収容されている。筐体61に設けられた空気吸入口16は本実施例の光触媒反応装置の導入口11に、空気吹出し口17は排出口12にそれぞれ相当する。

【0055】図6に示されるように、光触媒フィルタ30～32には導線を介して高圧電源40が接続されている。X線照射装置20、光触媒フィルタ30～32及びファン50は反応容器60の内部に設置されている。反応容器60内にX線照射装置20も反応容器60内に設置されており、この点で本実施例の光触媒反応装置と相違するが、装置の作用は同様である。

【0056】この空気清浄器は、タバコの煙等を吸入し、光触媒フィルタ30～32によってガス状汚染物質やタバコの粒子を分解、除去することにより、空気吹出し口17から清浄な空気を排出する。

【0057】実施例2

図7は、本実施例の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。本実施例の装置は、X線照射装置20、複数の光触媒フィルタ33、高圧電源40及び箱型の反応容器60を備えている。反応容器60の上部には導入口11が形成されており、導入口11の内部にはバルブ51が設置されている。反応容器60の下部には、排出口12が設置されている。

【0058】複数の光触媒フィルタ33は、いずれも平行平板の導電性電極の上面及び下面に光触媒が付着したものである。これらの光触媒フィルタ33の上下面は反応容器60の側面を向いており、一方の側面から他方の

側面に向かって所定の間隔をおいて平行に配置されている。

【0059】光触媒フィルタ33を構成する平板電極には、導線を介して高圧電源40が接続されている。図示の通り、複数の光触媒フィルタ33の電極には、高圧電源40の高圧側端子と低圧側端子とが交互に接続されており、隣り合う電極が交互に高電位と低電位（グラウンド電位）になるように保持される。これによって、隣り合う電極の間に電圧が印加され、隣り合う光触媒フィルタ33の間に電界が生じることになる。

【0060】本実施例の装置をガスの流れがある場所に設置し、バルブ51を開放状態にすれば、導入口11から反応容器60の内部にガスが導入される。導入されたガスに含まれるガス状汚染物質はX線照射装置20からのX線の照射を受けてイオン化された後、導入口11から排出口12へ向かう流路に沿って相隣る光触媒フィルタ33間の空隙を通過する。このとき、イオン化されたガス状汚染物質は隣り合う光触媒フィルタ33間の電界により各光触媒フィルタ33に引き寄せられ、光触媒に吸着されて分解、除去される。ガスに含まれる浮遊菌なども光触媒フィルタ33に至るまでに帯電し、光触媒フィルタ33間の電界の作用により光触媒に吸着して殺菌、除去される。なお、実施例1と同様に、光触媒はX線照射装置20のX線照射により活性化している。

【0061】このように、本実施例の装置においても、X線照射により導入ガス中のガス状汚染物質等が効率良くイオン化あるいは帯電され、光触媒フィルタ33の間に生じた電界によりガス状汚染物質等が光触媒に効率良く吸着し、しかも光触媒はX線照射により活性化されているので、ガス状汚染物質等を極めて効率良く分解あるいは殺菌し、除去することができる。

【0062】実施例3

図8は、本実施例の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。本実施例の装置は、X線照射装置20、光触媒フィルタ34及び70、高圧電源40及び筒状の反応容器60を備えている。反応容器60の上部には導入口11が形成されており、導入口11の内部にはバルブ52が設置されている。このバルブ52は、反応容器60へのガスの流入及び流出を制御するためのものである。

【0063】光触媒フィルタ70は、反応容器60の下壁の中心に立設された導電性の棒状電極と、この表面に付着した光触媒からなるものである。光触媒フィルタ34は、反応容器60の側壁及び下壁の内面に自らの下面を密着させて取り付けられた板状電極と、この板状電極の上面に付着した光触媒からなるものである。

【0064】図示の通り、光触媒フィルタ70を構成する棒状電極には高圧電源40の高圧側端子が、光触媒フィルタ34を構成する板状電極には低圧側端子がそれぞれ接続されており、光触媒フィルタ70と光触媒フィルタ34との間に電界が発生するようになっている。

【0065】本実施例の装置をガスが流れがある場所に設置し、バルブ52を開放状態にすれば、導入口11から反応容器60の内部にガスが導入される。導入されたガスに含まれるガス状汚染物質はX線照射装置20からのX線の照射を受けてイオン化された後、光触媒フィルタ70と光触媒フィルタ34との間に生じた電界により光触媒フィルタ34に引き寄せられ、光触媒に吸着されて分解、除去される。ガスに含まれる浮遊菌などもガス状汚染物質から離脱した電子や光触媒へのX線照射により放出された電子を受けて帯電し、光触媒フィルタ70と光触媒フィルタ34との間の電界の作用により光触媒に吸着して殺菌、除去される。なお、上記実施例と同様に、光触媒はX線照射装置20のX線照射により活性化している。

【0066】バルブ52は、適当な量のガスが反応容器60内に導入された後で、閉じておく。これにより反応容器60は密閉され、ガスは逃げ場をなくすので、時間とともにガス状汚染物質や浮遊菌の吸着率が高まり、この結果、上記実施例の装置に比べてガスの清浄効果が高まることになる。

【0067】このように、本実施例の装置では、X線照射により効率良くイオン化等された導入ガス中のガス状汚染物質等を光触媒フィルタ33の間に生じた電界により光触媒に効率良く吸着させてガス状汚染物質等を極めて効率良く除去できるうえ、密閉された反応容器内で時間をかけて汚染物質等の除去を行うので、極めて清浄なガスを得ることができる。

【0068】実施例4

図9は、本実施例の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。本実施例の装置は、導入口11、バルブ52、X線照射装置20、棒状電極71、光触媒38、高圧電源40、筒状の反応容器60及び板状電極72から構成されている。棒状電極71は、反応容器60の下壁の中心に立設された導電性の電極である。光触媒38は、反応容器60の側壁及び下壁の内面に付着している。板状電極72は、反応容器60の側壁及び下壁の外面に自らの下面を密着させて取り付けられた導電性の電極である。他の構成要素については、実施例3と同様である。

【0069】図示の通り、棒状電極71には高圧電源40の高圧側端子が、板状電極72には低圧側端子がそれぞれ接続され、さらに板状電極72は接地されており、棒状電極71と板状電極72との間に電界が発生するようになっている。

【0070】本実施例の装置の動作は、実施例3と同様である。帯電したガス状汚染物質や浮遊菌は、棒状電極71と板状電極72との間の電界の電氣的引力を受けることになるが、棒状電極71と板状電極72の間には光触媒38が存在しているため、ガス状汚染物質等は光触媒38に引き寄せられ、ここで除去されることになる。

【0071】本実施例の装置も、実施例3と同様に、導入ガス中のガス状汚染物質等を光触媒フィルタ33の間に生じた電界により光触媒に効率良く吸着させてガス状汚染物質等を極めて効率良く除去できるうえ、密閉された反応容器内で汚染物質等の除去を行うことで極めて清浄なガスを得ることができる。

【0072】以上、本発明の実施例を詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、光触媒装置の反応容器内に帯電した粒子を除去するための静電フィルタを設け、ガスの清浄効果を高めても良い。また、光触媒を付着させるフィルタ本体（電極の場合もある。）としては、実施例で用いたハニカム状や板状のもの以外に、スポンジ状、網状、繊維状、粒状等のものを用いることもできる。なお、光触媒が直接付着している部分は、取り替えが容易なようにカートリッジ型になっていることが好ましい。

【0073】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明の光触媒反応装置によれば、X線照射によりガス中のガス状汚染物質や浮遊菌等は効率良く電離あるいは帯電された後、電界の電氣的引力により光触媒に効率良く吸着されるので、X線照射により活性化された光触媒の光触媒反応によりガス状汚染物質や浮遊菌等を極めて効率良く分解あるいは殺菌し、除去することができる。このように、本発明の光触媒反応装置は極めて優れた清浄効果を有しているので、空気清浄器等として好適な使用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。

【図2】フィルタ本体35の構造を示す斜視図である。

【図3】フィルタ本体の他の例を示す斜視図である。

【図4】実施例1の光触媒反応装置を適用した空気清浄器の外観図である。

【図5】実施例1の光触媒反応装置を適用した空気清浄器の内部構造を示す斜視図である。

【図6】実施例1の光触媒反応装置を適用した空気清浄器の内部構造を示す断面図である。

【図7】実施例2の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。

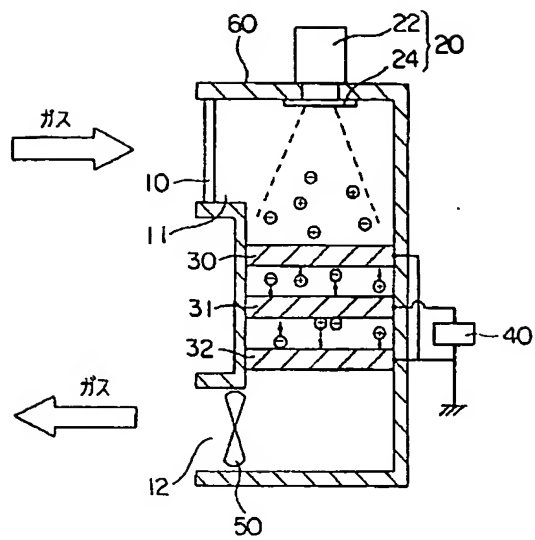
【図8】実施例3の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。

【図9】実施例4の光触媒反応装置の構成を示す断面図である。

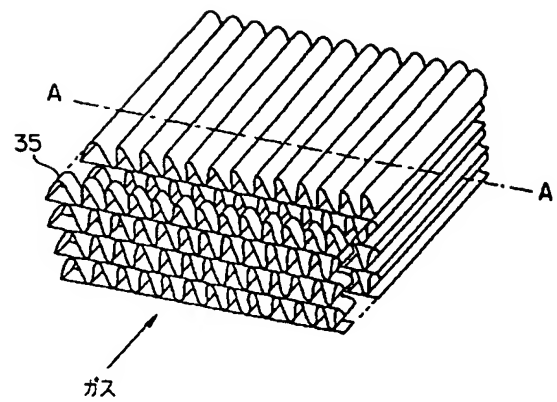
【符号の説明】

10…プレフィルタ、11…導入口、12…排出口、20…X線照射装置、22…X線源、24…X線透過窓、30～34…光触媒フィルタ、40…高圧電源、50…ファン、60…反応容器。

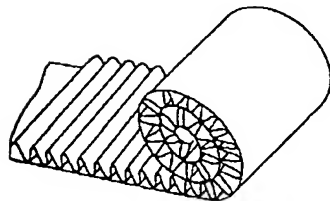
【図 1】



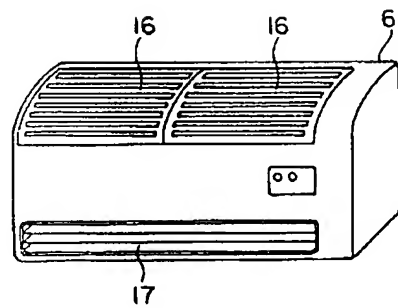
【図 2】



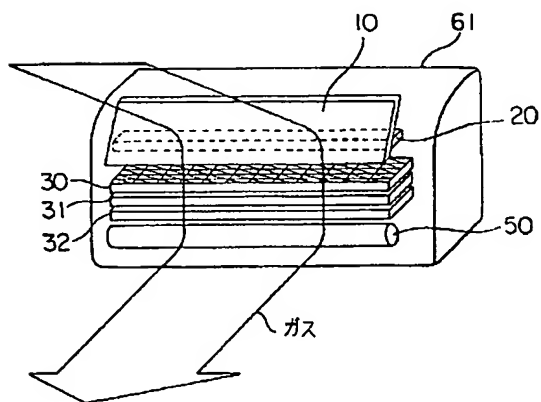
【図 3】



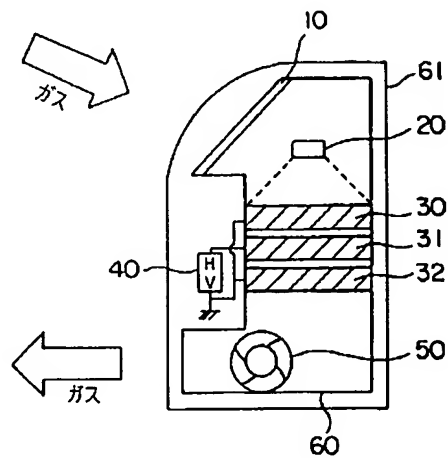
【図 4】



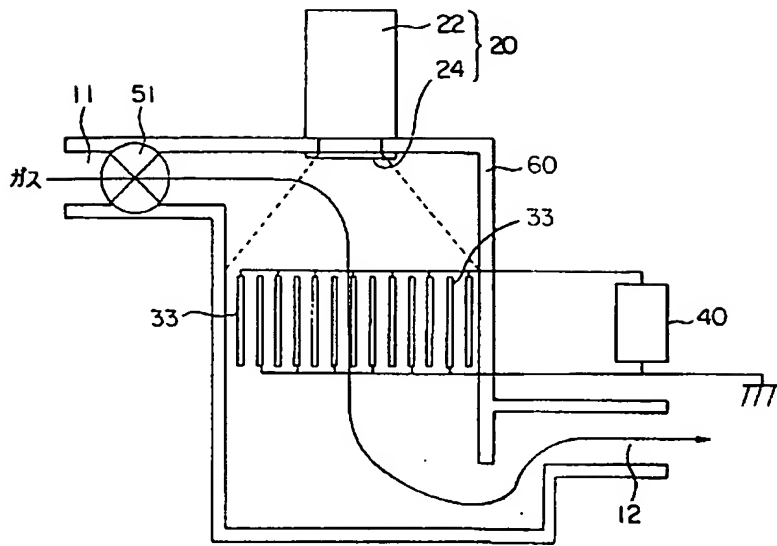
【図 5】



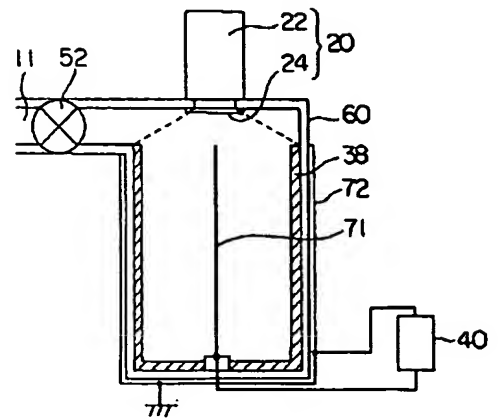
【図 6】



【図7】



【図9】



【図8】

